

PENGARUH HUTAN BAKAU TERHADAP SEDIMENTASI

Besperi

Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bengkulu
Jl. W. R. Supratman, Kandang Limun, Bengkulu 38371, Telp (0736)344087, Ext. 337
E-mail: besferiMT@yahoo.co.id

Abstract

The aim of this research is to contribute in engineering consideration especially to study the ability Rhizophora shrub to increase velocity of sedimentation. The research has done using physical modelling (prototype refer to Rhizophora aged 4 – 5 years old). Depth obtained by three time measuring with 10 minutes interval to obtain precision of measurement. Model has scale 1:10 base on facility. The result of research shows that Rhizophora shrub can reduce velocity, the depth raise, and the velocity of sedimentation raise.

Keyword: *Rhizophora shrub, flow velocity reduction, sedimentation*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pantai bisa terbentuk dari material dasar yang berupa lumpur dan pasir atau kerikil, pantai berlumpur terjadi pada daerah yang banyak muara sungai dengan membawa sedimen suspensi dalam jumlah besar ke laut. Sedimen suspensi tersebut dapat menyebar pada suatu daerah perairan sehingga membentuk pantai yang luas, relatif datar dan dangkal. Biasanya daerah ini merupakan rawa yang terendam air pada saat muka air tinggi (pasang), dan sangat subur bagi tumbuhan pantai seperti Bakau/*mangrove* (Triatmodjo B., 1995).

Mangrove adalah tumbuhan berwujud semak dan pohon dengan akar tunjang, yaitu akar yang banyak tumbuh dari batang menjadi penopang tumbuhan tersebut. Hutan *Mangrove* yang terdapat di sepanjang pantai atau muara sungai yang di pengaruhi oleh pasang surut, memiliki akar tunjang dan akar pernapasan yang menyembul dari tanah. *Mangrove* dengan akar tunjang dan akar pernapasan yang begitu ruwet di pantai dapat menangkap lumpur sehingga terjadi sedimentasi.

Pada umumnya sedimen yang berada di daerah pantai (perairan pantai, muara sungai atau estuari, teluk) adalah sedimen kohesif dengan diameter sangat kecil yaitu dalam beberapa mikro. Sifat-sifat sedimen lebih tergantung pada gaya-gaya permukaan daripada gaya berat.

Sedimen pantai bisa berasal dari erosi garis pantai itu sendiri, dari daratan yang dibawa oleh sungai, dan dari laut dalam yang terbawa arus ke daerah pantai.

Sifat-sifat sedimen adalah sangat penting didalam mempelajari proses erosi dan sedimentasi. Sifat-sifat tersebut adalah ukuran partikel dan distribusi butir sedimen, rapat massa, bentuk, kecepatan endap, tahanan terhadap erosi. Diantara beberapa sifat tersebut, distribusi ukuran butir adalah yang paling penting.

Mangrove adalah hutan yang terdapat di sepanjang pantai atau muara sungai yang di pengaruhi oleh pasang surut, memiliki akar tunjang dan akar pernapasan yang menyembul dari tanah. Guguran daun dan ranting menjadi bahan organik mempersubur perairan pantai, sehingga banyak mengundang berbagai jenis ikan dan udang. Diantara akar-akar pohon tersebut, dengan gerakan air yang lambat dapat membantu pengendapan sedimen dan daya dukung akar yang dimiliki dapat di gunakan sebagai peredam energi gelombang (Nur Yuwono, 1998).

1.2 Perumusan Masalah

Tanaman *Mangrove* di Indonesia tersebar hampir seluruh daerah pantai yang berlumpur. Menurut Dahuri (1996), dalam Thaha (2001), sebelum tahun 1993, di seluruh Indonesia 13 juta hektar tapi sekarang tinggal lebih kurang 2,5 juta hektar lagi. Menurut Dinas Perikanan (1991), dalam Noor et.al (1999), tersisa sekitar 2,49 hektar. Di beberapa wilayah pesisir di Indonesia sudah terlihat adanya degradasi dari hutan bakau, kerusakan-kerusakan yang parah akibat penebangan-penebangan liar untuk berbagai keperluan, terutama terdapat di Aceh, Riau, Pantai Utara Jawa, Sulawesi Selatan dan Kalimantan Timur (Soewito, 1982). Melihat

kondisi tersebut ancaman terhadap pengembangan pantai untuk masa yang akan datang, sangat di pengaruhi oleh semakin berkurangnya tanaman ini.

Seandainya kondisi tersebut masih berlangsung maka akan mempengaruhi ekosistem pantai. Untuk memperbaikinya, maka di perlukan upaya-upaya yang kongkrit dalam mengkonservasi kawasan pantai dari aspek ekologi, sosial ekonomi dan teknis. Upaya-upaya tersebut dapat dilakukan dengan membudidayakan tanaman kembali tanaman *mangrove* secara baik dan terencana, sehingga kawasan ini dapat di kembangkan secara berkelanjutan. Selama ini konservasi kawasan pantai masih menyisakan permasalahan erosi pantai. Hal tersebut dapat dipahami karena perlidungan hanya pada aspek ekologi dan sosial ekonomi (Thaha, 2001). Melihat kondisi diatas saya tertarik melakukan penelitian pengaruh hutan bakau (*Rhizophora shrub*) terhadap sedimentasi.

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk mempelajari karakteristik hidraulik aliran dan sedimentasi yang melalui bakau terutama koefisien gesek perakaran bakau dalam mereduksi aliran dan menangkap lumpur.

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini untuk pengembangan ilmu pengetahuan terutama di bidang perlindungan pantai dan sebagai bahan pertimbangan bagi pengelolaan pantai yang terpadu dan berkesinambungan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ekosistem *Mangrove*

Mangrove di Indonesia memiliki keanekaragaman jenis yang termasuk tertinggi di dunia, seluruhnya tercatat 202 jenis tumbuhan dan yang paling umum dikenal adalah pohon bakau (*Rhizophora*), api-api (*Avicennia*) dan nipah (*Nypa Fruticans*) (Noor et al., 1999). *Mangrove* tumbuh pada pantai-pantai yang terlindung atau pantai-pantai yang datar. Biasanya di tempat yang tak ada muara sungainya hutan *mangrove* terdapat agak tipis, namun pada tempat yang mempunyai sungai yang besar dan delta yang aliran airnya banyak mengandung lumpur, *mangrove* biasanya tumbuh meluas (Nontji A., 1987).

Pohon bakau (*Rhizophora*) adalah salah satu spesies yang tumbuh pada daerah pasang surut, yang sangat dipengaruhi oleh gerakan gelombang pasang dan surut (Thoha, 2001). Pada saat terjadi gelombang beberapa pohon akan rusak dan tumbang akibat gempuran gelombang, namun bila gelombang telah berlalu atau pergi tanaman tersebut akan tumbuh kembali (Nur Yuwono, 1992).

Pohon bakau (*rhizophora*) tumbuh secara alamiah di tandai dengan perakaran yang pendek dan melebar luas, di dukung oleh akar penyangga atau tudung akar yang tumbuh dari dalam jumlah seringkali banyak (rapat) sehingga menjamin kokohnya pohon bakau (Nybakken, 1998, dalam Thaha, 2001).

2.2. Fungsi dan Manfaat *Mangrove*

Secara umum *mangrove* berfungsi sebagai : perlindungan pantai, pengendali banjir, penyerap bahan pencemaran, sumber energi lingkungan perairan, dan akar-akar yang kokoh dapat meredam energi gelombang, melindungi garis pantai dari erosi, menahan lumpur dengan cara memanteknya (Nontji A., 1987).

Manfaat hutan *mangrove* antara lain digunakan untuk kayu bakar, pembuatan arang, untuk perabot rumah tangga, bahan konstruksi bangunan, obat-obatan dan sebagai bahan untuk industri kertas (Nontji A., 1987).

2.3. Pendekatan Kecepatan Aliran

Hubungan antara kecepatan aliran dengan lapisan dasar (kekasaran), Chezy (Chow, 1992), memberikan rumus aliran seragam pada saluran yang sangat lebar sebagai berikut :

$$V = C_z \sqrt{RS} \dots\dots\dots(1)$$

Dengan :

V = kecepatan aliran (m/s)

C_z = koefisien Chezy (m^{0.5}/s)

h = kedalaman aliran

S = I = Sf = kemiringan garis energi aliran

R = jari-jari hidrolis

Nilai koefisien Chezy (C_z) pada tampang lintang umum suatu saluran tergantung pada besarnya tinggi kekasaran (k) dan kedalaman aliran (h) (Mardjiko, 1987)

$$C_z = 18 \log \left(\frac{12h}{k + 2 \frac{\delta}{7}} \right) \dots\dots\dots(2)$$

$$\delta = \frac{11,6\nu}{V_*}$$

dengan :

Untuk butiran seragam $k = d$ (diameter butiran) = d_{50}

ν = kekentalan kinematis cairan (10^{-6} m^2 / det)

V_* = kecepatan aliran rata-rata (m/s)

Untuk dinding/dasar hidrolis kasar pengaruh kekasaran lebih dominan dibanding pengaruh viskositas ($k \gg \delta$)

3. LANDASAN TEORI

3.1. Kecepatan Endap

Untuk sedimen non kohesif, seperti pasir, kecepatan endap dapat dihitung dengan rumus Stokes yang tergantung pada rapat massa sedimen dan air, viskositas air, dimensi dan bentuk partikel sedimen.

Untuk sedimen kohesif kecepatan endap dipengaruhi oleh banyak faktor seperti konsentrasi sedimen suspensi, salinitas dan diameter partikel.

3. 2. Mekanisme Transpor Sedimen

Sedimen bergerak maju mundur sesuai dengan gerak partikel air. Selanjutnya kenaikan kecepatan dapat mempercepat gerak tersebut, dan tranpor sedimen yang terjadi disebut tranpor dasar (*bed load*). Dengan semakin bertambahnya kecepatan didekat dasar, gerak partikel sedimen semakin kuat dan kemudian sedimen berbentuk *ripple* yaitu: dasar laut bergelombang kecil dengan puncaknya tegak lurus gelombang. Dengan terbentuknya *ripple* akan meningkatkan turbulensi, dan partikel sedimen akan terangkat dalam bentuk suspensi. Tranpor sedimen dalam bentuk suspensi diatas dasar disebut Tranpor sedimen suspensi.

3.3. Permulaan Gerak Butir oleh Aliran Air

Akibat adanya aliran, maka timbul gaya-gaya aliran yang bekerja pada material sedimen. Gaya-gaya tersebut mempunyai kecenderungan untuk menggerakkan atau menyeret butiran material sedimen. Untuk material kasar, gaya untuk melawan gaya aliran tersebut tergantung dari berat butiran sedimen.

Bila gaya aliran berada dibawah nilai kritiknya maka butiran sedimen tidak bergerak, dapat dikatakan dasar saluran *rigid bed*. Sebaliknya bila gaya aliran melebihi nilai kritiknya maka butiran sedimen bergerak atau *moveble bed*.

Untuk aliran saragam awal gerak butiran dapat ditentukan dengan membandingkan antara tegangan geser (τ_0) dengan tegangan geser kritik (τ_c), (Mardjikoen, 1987)

$$\tau_0 = \rho g R S_f \dots\dots\dots(3)$$

Sedangkan nilai τ_c dapat ditentukan dengan bantuan grafik shields ataupun dengan rumus Meyer-peter-Muller, yaitu :

$$\frac{\tau_c}{(\rho_s - \rho_w) g d_{50}} = 0,047 \dots\dots\dots(4)$$

3.4. Hipotesis

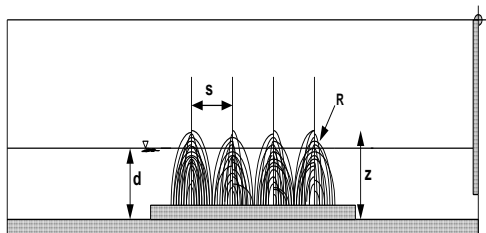
Aliran melalui rumpun bakau sebagai media permeabel sebagaimana dimaksud oleh CERC (1994), maka sebagian energinya akan didisipasikan (dihancurkan/diredam) oleh proses gesekan pada perakaran bakau.

Parameter yang berpengaruh pada proses aliran melalui rumpun bakau adalah debit aliran (Q), kedalaman air (h), koefisien Chezy (C), diameter butiran (d), rapat masa butiran (ρ_a), rapat masa air (ρ_w), dan percepatan gravitasi bumi (g). Secara matematis parameter-parameter disusun seperti fungsi berikut :

$$V = f (Q, h, C, d, \rho_w, \rho_a, g) \dots\dots\dots(5)$$

dengan

- V = reduksi aliran
- Q = debit aliran (m^3/dt)
- h = kedalaman aliran (m)
- C = koefisien Chezy ($m^{0.5}/dt$)
- d = diameter butiran (m)
- ρ_w = Rapat massa air (kg/m^3)
- ρ_a = Rapat massa butiran (kg/m^3)
- g = gravitasi bumi (m^{1-2}/dt)

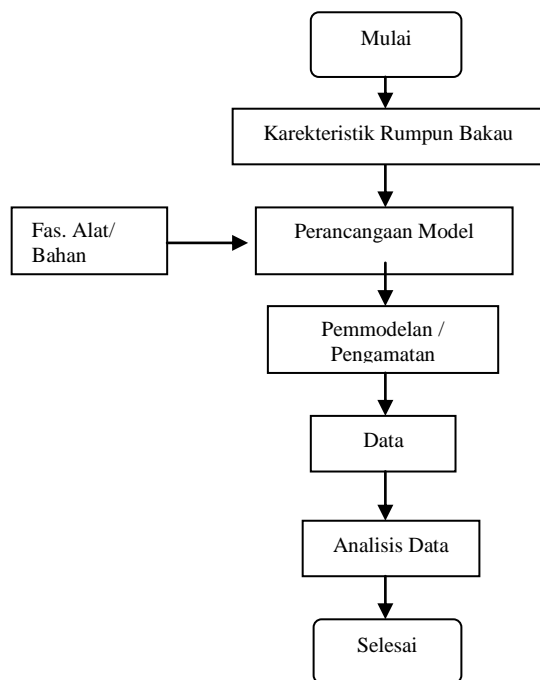


Gambar 3.1 Beberapa parameter dalam pengujian model

4. METODELOGI PENELITIAN

4.1. Prosedur Penelitian

A. Langkah-Langkah penelitian yang dilakukan disusun dengan *flowchart*.



B. Perancangan Model Bakau

Untuk dapat mencermati secara seksama variabel-variabel yang akan diteliti, maka perancangan model bakau didasarkan pada beberapa spesifikasi, yaitu:

1. Dengan pertimbangan peralatan laboratorium, bahan yang bisa disediakan dan ketelitian pengukuran, maka

ditetapkan skala model 1 : 10 untuk digunakan.

2. Jumlah akar perpokon bakau (R), digunakan 2 macam variasi yaitu kategori jarang (R1) dan rapat (R2) dalam satu kelompok umur.
3. Kerapatan pohon atau jarak pohon (S), digunakan 1 macam.
4. Ketebalan rumpun (B), digunakan 1 variasi.

C. Pembuatan Model

Beberapa asumsi penting hasil survey yang digunakan dalam penetapan bentuk dan spesifikasi prototipe pohon bakau yang representatif untuk dibuat model, diantaranya :

- a. Bentuk perakaran menyerupai rangka payung dengan perakaran terdiri dari rata-rata 4 susun pada kelompok umur 4 - 5 tahun.
- b. Tinggi perakaran penyangga (tudung akar) rata-rata berkisar 1,50 meter.
- c. Kelandaian pantai sangat kecil mendekati datar dan rata.

Berdasarkan asumsi-asumsi tersebut, maka ditetapkan spesifikasi prototipe pohon dan rumpun bakau sebagai berikut :

- a. Variasi jumlah akar perpokon ditetapkan untuk kategori jarang (R1) dengan 24 batang dan kategori rapat (R2) dengan 44 batang.
- b. Jarak antar pohon 2 meter .
- c. Ketebalan rumpun ditetapkan B = 30 meter.
- d. Diameter penjalaran tudung akar ditetapkan 2,0 meter.
- e. Tinggi tudung akar ditetapkan (z) ditetapkan 1,50 meter.
- f. Cabang akar pada R1 ditetapkan sebanyak ± 15 %, cabang akar pada R2 sebanyak 30 %.

D. Simulasi

Rancangan simulasi setiap model disusun ditunjukkan dalam Tabel 4.1

Tabel 4.1 Rancangan simulasi untuk semua model

Type Model	Panjang Model	Kedalaman Relatif (d/z)	Debit Pompa (m^3/dt)	Kedalaman (m)
RZ -	B	d/z = 0.6,0.8,1	0.00284	0.09,0.12,0.15

1		d/z = 0.6,0.8,1	0.00297	0.09,0.12,0.15
		d/z = 0.6,0.8,1	0.00314	0.09,0.12,0.15
		d/z = 0.6,0.8,1	0.00361	0.09,0.12,0.15
		d/z = 0.6,0.8,1	0.00391	0.09,0.12,0.15
RZ-2	B	d/z = 0.6,0.8,1	0.00284	0.09,0.12,0.15
		d/z = 0.6,0.8,1	0.00297	0.09,0.12,0.15
		d/z = 0.6,0.8,1	0.00314	0.09,0.12,0.15
		d/z = 0.6,0.8,1	0.00361	0.09,0.12,0.15
		d/z = 0.6,0.8,1	0.00391	0.09,0.12,0.15
Tanpa Model		d/z = 0.6,0.8,1	0.00284	0.09,0.12,0.15
		d/z = 0.6,0.8,1	0.00314	0.09,0.12,0.15
		d/z = 0.6,0.8,1	0.00391	0.09,0.12,0.15

4.2. Material yang digunakan

Material/Bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain terdiri atas :

- Model akar rumpun bakau dibuat dari kawat aluminium dengan diameter ± 3 mm, dan batang dibuat dari besi beton ukuran diameter ± 5 mm.
- Multipleks dengan ketebalan 9 mm, dipakai sebagai dasar berdirinya model pohon bakau.
- Lem besi - plastik untuk sambungan-sambungan akar.
- Kawat pengikat beton untuk sambungan akar dan batang.

4.3. Variabel Yang Diteliti

Sesuai dengan tujuan penelitian dan untuk membuktikan hipotesis yang dikemukakan terdahulu, maka variabel yang dicermati adalah debit aliran (Q), kedalaman air (h), koefisien Chezy (C), diameter butiran (d), Rapat masa butiran (ρ_a), Rapat masa air (ρ_w), dan percepatan gravitasi bumi (g). laju sedimen.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Pengecekan Permulaan Gerak Butiran

Permulaan gerak butiran aliran seragam membandingkan antara tegangan geser (τ_0) dengan tegangan geser kritis (τ_c), seperti persamaan 2.4 dan 2.5 (Mardjiko, 1987), bila didapat $\tau_0 > \tau_c$ maka butir bergerak, sebaliknya jika $\tau_0 < \tau_c$ maka butir tidak

bergerak. Pada penelitian ini didapat $\tau_0 > \tau_c$ terlihat dalam perhitungan di bawah ini.

$$\tau_0 = (\rho_w)(g)(h)(S/I)$$

$S = I = S_f =$ Kemiringan dasar saluran / kemiringan garis energi aliran $I =$ sangat rata (1:10000)

$$\begin{aligned} \tau_0 &= (1000 \text{ kg/m}^3) (9,81 \text{ m/dt}^2) (0.15 \text{ m}) (10^{-4}) \\ &= 0,14715 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

Sedangkan nilai τ_c dapat ditentukan dengan bantuan grafik Shields (S_3) atau dengan rumus Meyer-Peter-Muller, didapat hubungan antara angka Reynolds ($Re = (V_* \cdot d)/\nu$) dan $(\tau_c)/[(\rho_a - \rho_w)(gd_{50})]$.

$V_* =$ kecepatan aliran rata-rata ($\sqrt{g \cdot h \cdot I} = \sqrt{9.81 \cdot 0.15 \cdot 10^{-4}} = 0.0121 \text{ m/dt}$)

$$\begin{aligned} d &= d_m (\text{diameter butir}) = d_{50-60} (1,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}) \\ \nu &= \text{kekentalan kinematis cairan} (10^{-6} \text{ m}^2/\text{dt}) \\ \rho_w &= \text{rapat massa air} (1000 \text{ kg/m}^3), \\ \rho_a &= \text{rapat masa butiran} (2650 \text{ kg/m}^3) \\ Re &= (V \cdot d)/\nu = (0,0121 \cdot 1,1 \cdot 10^{-4}) / 10^{-6} = 1,331 \end{aligned}$$

Dari grafik S_3 didapat :

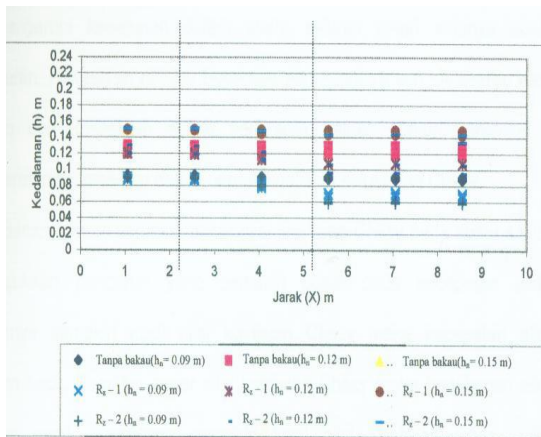
$$(\tau_c)/[(\rho_a - \rho_w)(gd_{50})] = 0,063$$

$$\tau_c = 0,063 (2650 - 1000) (9,81) (1,1 \cdot 10^{-4}) = 0,1125 \text{ N/m}^2$$

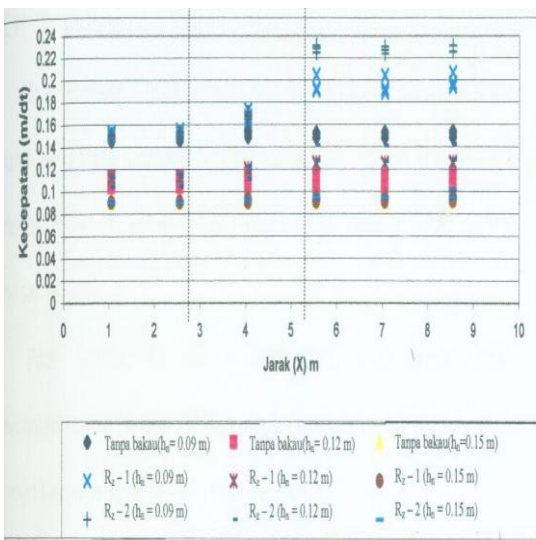
$\tau_0 > \tau_c$ ($0,14715 \text{ N/m}^2 > 0,1125 \text{ N/m}^2$), yang berarti butir bergerak.

5.2. Bakau Sebagai Peredam Aliran

Hasil pengujian model bakau sebagai reduksi aliran digambarkan melalui hubungan jarak (x) terhadap kedalaman (h) dan V seperti yang diperlihatkan pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2.



Gambar 5.1. Hubungan jarak (m) dan kedalaman (m) pada $Q = 0,004063 \text{ m}^3/\text{dt}$



Gambar 5.2. Hubungan jarak (m) dan kecepatan aliran (m/dt) pada $Q=0,004063 \text{ m}^3/\text{dt}$

Dengan adanya bakau ini akan mereduksi kecepatan aliran, kedalaman air meningkat dan membantu pengendapan sedimentasi. Pengendapan sedimentasi ini terjadi karena bakau akan mengurangi gerak aliran.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Chow.V.T., 1992, *Open Chanel Hydraulics*, Erlangga, Jakarta.
2. CERC. 1994. *Shore Protection Manual*. Department of The Army Waterway Experiment Statian, Corps f Engineers Coastal Engineering Research Center, Fourth Edition, U.S. Government Printing Office, Washington.

3. Mardjiko P., 1987, *Transpor Sedimen*, Pusat Studi Ilmu Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
4. Nontji A., 1987, *Laut Nusantara*, Jambatan, Jakarta.
5. Noor Y.R., Khazali M., Suryadipura N.I.N. 1999. *Panduan Pengelolaan Mangrove di Indonesia*, Wetlands Internasional, Bogor.
6. Nur Yuwono, 1998, *Dasar-dasar Penyusunan Masterplan Pengelolaan dan Pengamanan Daerah Pantai*, Diktat, Lab Hidraulik dan Hidrologi , Pusat Studi Ilmu Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
7. Soewito. 1982. *Status Eksistem Hutan Bakau bagi Perikanan di Indonesia dan Langkah Pembinaannya*. Proseding Pertemuan Teknik Evaluasi Hasil Survey Hutan Bakau, Departemen Pertanian, Jakarta.
8. Thaha M.A., 2001, *Simulasi Rumpun Bakau (Rhizophora Shrub) sebagai Perdam Energi Gelombang*, Tesis, Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
9. Triatmodjo B., 1995, *Teknik Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta.,